

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002298909
PUBLICATION DATE : 11-10-02

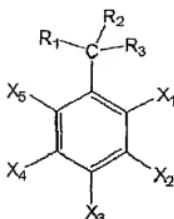
APPLICATION DATE : 08-01-02
APPLICATION NUMBER : 2002001107

APPLICANT : UBE IND LTD;

INVENTOR : MATSUMORI YASUO;

INT.CL. : H01M 10/40

TITLE : NONAQUEOUS ELECTROLYTE AND
LITHIUM SECONDARY BATTERY
USING THE SAME



(I)

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lithium secondary battery excellent in battery properties such as cycle property, electric capacity and a shelf life of the battery.

SOLUTION: This nonaqueous electrolyte with an electrolyte dissolved in a nonaqueous solvent contains 0.1-20 w-% of a tert-alkylbenzene derivative expressed by general formula (I), wherein R₁ is a 2-4C alkyl group; R₂ and R₃ are each a 1-4C alkyl group; and X₁, X₂, X₃, X₄ and X₅ are independently a hydrogen atom, a 1-12C hydrocarbon group or a halogen atom. The lithium secondary battery using the nonaqueous electrolyte is provided.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(2) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-298909

(P2002-298909A)

(43)公開日 平成14年10月11日(2002.10.11)

(51)Int.Cl.
H01M 10/40

構別記号

P I
H01M 10/40テコト^イ(参考)
A 5 H029

| 審査請求 未著求 請求項の数2 O L (全 6 頁) | |
|---------------------------------------|--|
| (21)出願番号 特願2002-1107(P2002-1107) | (71)出願人 000000206 宇部興産株式会社 山口県宇部市大字小串1978番地の66 |
| (22)出願日 平成14年1月8日(2002.1.8) | (72)発明者 安部 浩司 山口県宇部市大字小串1978番地の10 宇部 興産株式会社宇部ケミカル工場内 |
| (31)優先権主張番号 特願2001-15466(P2001-15466) | (72)発明者 松森 保男 山口県宇部市大字小串1978番地の10 宇部 興産株式会社宇部ケミカル工場内 |
| (32)優先日 平成13年1月24日(2001.1.24) | F ターム(参考) H029 AJ03 AJ04 AJ05 AJ03 AJ18 AJ02 AJ07 AJ12 AJ18 AJ02 AJ03 AJ04 AJ05 AJ07 BJ03 HJ01 HJ02 |
| (33)優先権主張国 日本(JP) | |

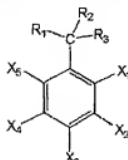
(54)【発明の名称】 非水電解液およびそれを用いたリチウム二次電池

(57)【要約】

【課題】 電池のサイクル特性、電気容量、保存特性などの電池特性に優れたリチウム二次電池を提供するものである。

【解決手段】 非水溶媒に電解質が溶解されている非水電解液において、該非水電解液中に下記一般式(1)

【化1】



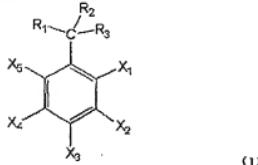
(11)

(式中、R₁は、炭素数2～4のアルキル基を示し、R₂およびR₃は、それぞれ独立して炭素数1～4のアルキル基を示し、X₁、X₂、X₃、X₄およびX₅は、それぞれ独立して水素原子、炭素数1～12の炭化水素基また

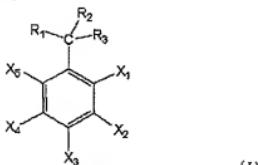
はハロゲン原子である。)で表されるテオヒテールキルベンゼン誘導体が0.1～20重量%含有されている非水電解液、およびそれを用いたリチウム二次電池に関する。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非水溶媒に電解質が溶解されている非水电解液において、該非水电解液中に下記一般式 (1) が含まれる。



【請求項 2】 正極、負極および非水溶媒に電解質が溶解されている非水电解液からなるリチウム二次電池において、該非水电解液中に下記一般式 (1) が含まれる。



【発明の詳細な説明】

【0001】 【発明の概要】本発明は、電池のサイクル特性や電気容量、保存特性などの電池特性にも優れたリチウム二次電池を提供することができる非水电解液、およびそれを用いたリチウム二次電池に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、リチウム二次電池は小型電子機器などの駆動用電源として広く使用されている。リチウム二次電池は、主に正極、非水电解液及び負極から構成さ

れており、特に、LiCoO₂などのリチウム複合酸化物を正極とし、炭素材料又はリチウム金属を負極としたリチウム二次電池が好適に使用されている。そして、そのリチウム二次電池用の非水电解液としては、エチレンカーボネート (EC)、プロピレンカーボネート (PC) などのカーボネート類が好適に使用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、電池のサイクル特性および電気容量などの電池特性について、さらに優れた特性を有する二次電池が求められている。正極として、例えば LiCoO₂、LiMn₂O₄、LiNiO₂などを用いたリチウム二次電池は、非水电解液中の溶媒が充電時に局部的に一部酸化分解することにより、該分解物が電池の望ましい電気化学的反応を阻害するため電池性能の低下を生じる。これは正極材料と非水电解液との界面における溶媒の電気化学的酸化に起因するものと思われる。また、負極として例えば天然鉛粉や人造黒鉛などの高結晶化した炭素材料を用いたリチウム二次電池は、非水电解液中の溶媒が充電時に負極表面で還元分解し、非水电解液溶媒として一般に広く使用されているECにおいても充放電を繰り返す間に一部還元分解が起こり、電池性能の低下が起こる。このため、電池のサイクル特性および電気容量などの電池特性は必ずしも満足なものではないのが現状である。

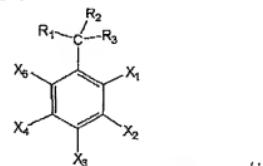
【0004】本発明は、前記のようなリチウム二次電池用非水电解液に関する課題を解決し、電池のサイクル特性に優れ、さらに電気容量や充電状態での保存特性などの電池特性にも優れたリチウム二次電池を構成することができるリチウム二次電池用の非水电解液、およびそれを用いたリチウム二次電池を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、非水溶媒に電解質が溶解されている非水电解液において、該非水电解液中に下記一般式 (1)

【0006】

【化2】

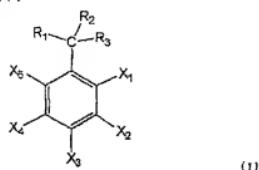


【0007】(式中、R₁は、炭素数2～4のアルキル基を示し、R₂およびR₃は、それぞれ独立して炭素数1～4のアルキル基を示し、X₁、X₂、X₃、X₄およびX₅は、それぞれ独立して水素原子、炭素数1～12の

炭化水素基またはハロゲン原子である。)で表される1-カルバーアルキルベンゼン誘導体が0.1~20重量%含有されていることを特徴とする非水電解液に関する。また、本発明は、正極、負極および非水溶液に電解質が溶解されている非水電解液からなるリチウム二次電池において、該非水電解液中に下記式(1)

【0008】

【化4】



【0009】(式中、R₁は、炭素数2~4のアルキル基を示し、R₂およびR₃は、それぞれ独立して炭素数1~4のアルキル基を示し、X₁、X₂、X₃、X₄およびX₅は、それぞれ独立して水素原子、炭素数1~12の炭化水素基またはハロゲン原子である。)で表される1-カルバーアルキルベンゼン誘導体が0.1~20重量%含有されていることを特徴とするリチウム二次電池に関する。

【0010】本発明の非水電解液は、リチウム二次電池の構成部材として使用される。二次電池を構成する非水電解液以外の構成部材については特に限定されず、従来使用されている種々の構成部材を使用できる。

【0011】

【発明の実施の形態】非水溶液に電解質が溶解している非水電解液に含有される前記一般式(1)で表される1-カルバーアルキルベンゼン誘導体において、R₁は、エチル基、プロピル基、ブチル基のような炭素数2~4のアルキル基を示し、R₂およびR₃は、それぞれ独立してメチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基のような炭素数1~4のアルキル基が好ましい。この時、アルキル基は、直鎖状のアルキル基でも分枝状のアルキル基でも良い。また、X₁、X₂、X₃、X₄およびX₅は、それぞれ独立して水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などの直鎖状のアルキル基や、iso-ブロピル基、iso-oブチル基、sec-oブチル基、tert-ヒーブチル基、tert-ベンチル基などの分枝状のアルキル基が好ましい。また、シクロプロピル基、シクロヘキシル基などの炭素数3~6のシクロアルキル基であっても良い。更には、フェニル基、ベンジル基のほか、トリル基、tert-ブチルフェニル基、tert-ブチルベンジル基、tert-ベンチルフェニル基などのアルキル置換されたフェニル基、ベンジル基であっても良い。更にまた、フッ素原子、氯素原子、溴素原子

またはヨウ素原子のようなハロゲン原子が好ましい。このような炭素数1~12の炭化水素基またはハロゲン原子を有することが好ましい。

【0012】前記一般式(1)で表されるtert-アーリカルバーエンチルベンゼン【R₁=エチル基、R₂=R₃=メチル基、X₁=X₂=X₃=X₄=X₅=水素原子】、(1-エチル-1-メチルプロピル)ベンゼン【R₁=R₂=エチル基、R₃=メチル基、X₁=X₂=X₃=X₄=X₅=水素原子】、(1-ジエチルプロピル)ベンゼン【R₁=R₂=R₃=エチル基、X₁=X₂=X₃=X₄=X₅=水素原子】、(1-1-ジメチルブチル)ベンゼン【R₁=ブロピル基、R₂=メチル基、R₃=メチル基、X₁=X₂=X₃=X₄=X₅=水素原子】、(1-エチル-1-メチルブチル)ベンゼン【R₁=ブロピル基、R₂=エチル基、R₃=メチル基、X₁=X₂=X₃=X₄=X₅=水素原子】、(1-エチル-1-エチルブチル)ベンゼン【R₁=ブロピル基、R₂=エチル基、R₃=エチル基、X₁=X₂=X₃=X₄=X₅=水素原子】、(1-iso-oブロピル基、R₂=メチル基、R₃=メチル基、X₁=X₂=X₃=X₄=X₅=水素原子】などが挙げられる。また、tert-ベンチルベンゼンの例として、1-メチル-4-tert-ベンチルベンゼン【R₁=エチル基、R₂=R₃=メチル基、X₁=X₂=X₃=X₄=X₅=水素原子、X₆=メチル基】、5-tert-tert-ベンチル-m-キシリレン、【R₁=エチル基、R₂=R₃=メチル基、X₁=X₃=X₅=水素原子、X₂=X₄=X₆=メチル基】、1, 3-ジ-tert-tert-ベンチルベンゼン【R₁=エチル基、R₂=R₃=メチル基、X₁=X₃=X₄=X₅=水素原子、X₂=tert-ベンチル基】、1, 3, 5-トリ-tert-tert-ベンチルベンゼン【R₁=エチル基、R₂=R₃=メチル基、X₁=X₃=X₅=水素原子、X₂=X₄=tert-ベンチル基】、4-ブロモ-tert-tert-ベンチルベンゼン【R₁=エチル基、R₂=R₃=メチル基、X₁=X₂=X₄=X₅=水素原子、X₆=溴素】、4-フルオロ-tert-tert-ベンチルベンゼン【R₁=エチル基、R₂=R₃=メチル基、X₁=X₂=X₄=X₅=水素原子、X₆=フッ素】、4-クロロ-tert-tert-ベンチルベンゼン【R₁=エチル基、R₂=R₃=メチル基、X₁=X₂=X₄=X₅=水素原子、X₆=氯素】、4-ヨード-tert-tert-ベンチルベンゼン【R₁=エチル基、R₂=R₃=メチル基、X₁=X₂=X₄=X₅=水素原子、X₆=ヨウ素】などが挙げられる。

【0013】非水電解液中に含有される前記式(1)で

表される tert-アルキルベンゼン誘導体の含有量は、過度に多いと電池性能が低下する割合が多い。また、過度に少ないときも十分な電池性能が得られない。したがって、その含有量は非水電解液の重量に対して0.1~20重量%、好ましく0.2~10重量%、特に好ましくは0.5~5重量%の範囲がサイクル特性に向かうのでよい。

【0014】本発明で使用される非水溶液としては、例えば、エチレンカーボネート(EC)、プロピレンカーボネート(PC)、ブチレンカーボネート(BC)、ビニレンカーボネート(VC)などの環状カーボネート類や、ヤープチロラクトンなどのラクタム類、ジメチルカーボネート(DMC)、メチルエチルカーボネート(MEC)、ジエチルカーボネート(DEC)などの鎖状カーボネート類、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、1、4-ジオキサン、1、2-ジメチキシエタン、1、2-ジエトキシエタン、1、2-ジブチキシエタンなどのエーテル類、アセトニトリルなどの二トリアル類、プロピオン酸メチル、ビハリノ酸メチル、ビバリン酸メチル、ビバリン酸オクチルなどのエステル類、ジスチルホルムアミドなどのアミド類が挙げられる。

【0015】これらの非水溶液は、1種類で使用してもよく、また2種類以上を組み合わせて使用してもよい。非水溶液の組み合わせは特に規定されない。例えば、現状カーボネート類と鎖状カーボネート類との組み合わせ、環状カーボネート類とラクトン類との組み合わせ、現状カーボネート類3種類と鎖状カーボネート類との組み合わせなど種々の組み合わせが挙げられる。

【0016】本発明で使用される電解質としては、例えば、LiPF₆、LiBF₄、LiClO₄、LiN(SO₂CF₃)₂、LiN(SO₂C₂F₅)₂、LiC(SO₂CF₃)₂、LiPF₆(CF₃)₂、LiPF₆(C₂F₅)₂、LiPF₆(C₂F₅)₂(iso-C₃F₇)₂、LiPF₆(iso-C₃F₇)₂などが挙げられる。これらの電解質は、1種類で使用してもよく、2種類以上組み合わせて使用してもよい。これら電解質は、前記の非水溶液に通常0.1~3M、好ましくは0.5~1Mの濃度で溶解されて使用される。

【0017】本発明の電解液は、二次電池の構成部材を混合し、これに前記の電解質を溶解し、前記式(I)で表されるtert-アルキルベンゼン誘導体のうち少なくとも1種を溶解することにより得られる。

【0018】本発明の電解液は、二次電池の構成部材、特にリチウム二次電池の構成部材として適切に使用される。二次電池を構成する電解液以外の構成部材について特に規定されず、従来使用されている種々の構成部材を使用できる。

【0019】例えば、正極活性物質としてはコバルトまたはニッケルを含有するリチウムとの複合金属酸化物が使用される。これらの正極活性物質は、1種類だけを選択し

て使用しても良いし、2種類以上を組み合わせて用いても良い。このようを複合金属酸化物としては、例えば、LiCoO₂、LiNiO₂、LiCo_{1-x}Ni_xO₂(0.01 < x < 1)などが挙げられる。また、LiCoO₂とLiMn₂O₄、LiCoO₂とLiNiO₂、LiMn₂O₄とLiNiO₂のように適当に混ぜ合わせて使用しても良い。

【0020】正極は、前記の正極活性物質をアセチレンブラック、カーボンブラックなどの導電剤、ポリテトラフルオロエチレン(PTEF)、ポリフルカビニリデン(PVDF)などの接着剤および溶剤と混練して正極合剤とした後、この正極材料を焦電極としてのアルミニウム箔やステンレス製のラス板に塗布して、乾燥、加圧成型後、50°C~250°C程度の温度で2時間程度真空下で加熱処理することにより作製される。

【0021】負極活性物質としては、リチウム金属やりチウム合金、およびリチウムを吸収・放出可能な銀鉛型結晶構造を有する炭素材料(熱分解炭素類、コーケス類、グラファイト類(人造黒鉛、天然黒鉛など)、有機高分子化合物燃焼体、炭素繊維)や複合スズ酸化物などの物質が使用される。特に、格子面(002)の面間隔(d₀₀₂)が0.335~0.340 nmである黒鉛型結晶構造を有する炭素材料を使用することが好ましい。これらの負極活性物質は、1種類だけを選択して使用しても良いし、2種類以上を組み合わせて用いても良い。なお、炭素材料のような粉末材料はエチレンプロピレジエンターポリマー(EPDM)、ポリテトラフルオロエチレン(PTEF)、ポリフルカビニリデン(PVDF)などの接着剤と混練して負極合剤として使用される。負極の製造方法は、特に規定されず、上記の正極の製造方法と同様な方法により製造することができる。

【0022】リチウム二次電池の構造は特に規定されるものではなく、正極、負極および単層又は複層のセパレータを有するコイン型電池、さらに、正極、負極およびロール状のセパレータを有する円筒型電池や角型電池などが一例として挙げられる。なお、セパレータとしては公知のポリオレフィンの微多孔膜、織布、不織布などが使用される。

【0023】【実施例】次に、実施例および比較例を挙げて、本発明を具体的に説明する。

実施例1
【非水電解液の調製】

EC : PC : DEC (容量比) = 30 : 5 : 6.5 の非水溶液を調製し、これに LiPF₆ を 1 M の濃度になるように溶解して非水電解液を調製した後、さらに tert-アルキルベンゼンを非水電解液に対して 2.0 重量%となるように加えた。

【0024】リチウム二次電池の作製および電池特性の測定】LiCoO₂ (正極活性物質) を 80 重量%、ア

セチレンブラック（導電剤）を10重量%、ポリフッ化ビニリデン（結着剤）を10重量%の割合で混合し、これに1-メチル-2-ヒドロイドン溶剤を加えて混合したものをアルミニウム箔上に塗布し、乾燥、加圧成型、加熱処理して正極を調製した。人造黒鉛（負極物質）を90重量%、ポリフッ化ビニリデン（結着剤）を10重量%の割合で混合し、これに1-メチル-2-ヒドロイドン溶剤を加え、混合したものを鋼网上に塗布し、乾燥、加圧成型、加熱処理して負極を調製した。そして、ポリプロピレン微多孔性ワックスのセパレータを用い、充電の非水電解液を注入させてコイン電池（直 径2.0mm、厚さ9.2mm）を作製した。このコイン電池を用いて、室温(20°C)、F.O. 8mAの定電流及び定電圧で、終止電圧4.2Vまで時間充電し、次に0.8Aの定電流下、終止電圧2.7Vまで放電し、この充放電を繰り返した。初期充放電容量は、tert-アーテルキルベンゼン誘導体を添加しないLIPF₆-EC/PC/DEC(容量比30/5/65)を非水電解液として用いた場合(比較例1)とほぼ同等であり、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は9.2、8%であった。また、低温特性も良好であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0025】実施例2

添加剤として、tert-アーテルキルベンゼンを非水電解液に対して5.0重量%使用したのは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は9.1、5%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0026】実施例3

添加剤として、tert-アーテルキルベンゼンを非水電解液に対して0.5重量%使用したのは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は9.0、3%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0027】比較例1

EC:PC:DEC(容量比)=30:5:65の非水溶液を調製し、これにLiPF₆を1Mの濃度になるように溶解した。このときtert-アーテルキルベンゼン誘導体は全く添加しなかつた。この非水電解液を使用して実施例1と同様にコイン電池を作製し、電池特性を測定した。初期充電容量に対し、50サイクル後の放電容量維持率は8.2、6%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0028】実施例4

EC:PC:DEC(容量比)=30:5:65の非水溶液を調製し、これにLiPF₆を1Mの濃度になるように溶解して非水電解液を調製した後、さらに4-テ

ルターベンチルトルエンを非水電解液に対して2.0重量%となるように加えた。この非水電解液を使用して実施例1と同様にコイン電池を作製し、電池特性を測定したところ、初期放電容量はLertert-アーテルキルベンゼン誘導体無添加の1M LiPF₆-EC/PC/DEC(容量比30/5/65)を非水電解液として用いた場合(比較例1)とほぼ同等であり、50サイクル後の電池特性を測定したところ、初期放電容量を100%としたときの放電容量維持率は9.2、1%であった。また、低温特性も良好であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0029】実施例5

添加剤として、(1,1-ジエチルプロピル)ベンゼンを非水電解液に対して2.0重量%使用したのは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は9.1、9%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0030】実施例6

非水溶液として、EC/PC/DEC/DMC(容量比30/5/30/35)を使用し、負極物質として、人造黒鉛に代えて天然鉛を使用したのは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は9.2、8%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0031】実施例7

非水電解液として、1M LiPF₆-EC/PC/MFC/DMC(容量比30/5/50/15)を使用し、正極物質として、LiCoO₂に代えてLiNi_{0.5}xC_{0.5}O₂を使用したのは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は9.1、1%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0032】実施例8

非水電解液として、1M LiBF₄-EC/PC/DEC/DMC(容量比30/5/30/35)を使用し、正極物質として、LiCoO₂に代えてLiNi_{0.5}xC_{0.5}O₂を使用したのは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は9.2、6%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0033】実施例9

添加剤として、4-フルオロ-tert-アーテルベンゼンを非水電解液に対して3.0重量%使用したのは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は9.2、7%であった。コイン電池の作製

条件および電池特性を表1に示す。

【0034】比較例2

添加剤として、トルエンを非水電解液に対して3.0重量%を使用したのは比較例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は81.3%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0035】比較例3

添加剤として、n-ブチルベンゼンを非水電解液に対して3.0重量%を使用したのは比較例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は79.7%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0036】比較例4

添加剤として、ジーノーブチルフタレートを非水電解液に対して3.0重量%を使用したのは比較例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は78.1%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0037】比較例5

添加剤として、4-フルオロトルエンを非水電解液に対して3.0重量%を使用したのは比較例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は80.6%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0038】

【表1】

| | 正極 | 負極 | 化合物 | 添加量 wt% | 電池活性化成 (容量比) | 初期放電容量 (Ah) | 50サイクル 放電容量 (Ah) | 50サイクル 放電容量 維持率 % |
|----------|---|----------|---------------------------|------------|--|----------------|------------------------|----------------------------|
| 実施例 1 | LiCoO ₂ | 人造 黒鉛 | tert-ベンチルベンゼン | 2.0 | IM LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65 | 1.03 | 92.8 | |
| 実施例 2 | LiCoO ₂ | 人造 黒鉛 | tert-ベンチルベンゼン | 5.0 | IM LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65 | 1.02 | 91.5 | |
| 実施例 3 | LiCoO ₂ | 人造 黒鉛 | tert-ベンチルベンゼン | 0.5 | IM LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65 | 1.01 | 90.3 | |
| 比較例 1 | LiCoO ₂ | 人造 黒鉛 | なし | 0 | IM LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65 | 1.00 | 82.6 | |
| 実施例 4 | LiCoO ₂ | 人造 黒鉛 | 1-メチル-4-tert-ペ ンチルベンゼン | 2.0 | IM LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65 | 1.02 | 92.1 | |
| 実施例 5 | LiCoO ₂ | 人造 黒鉛 | (1,1-ジエチルプロピ ル)ベンゼン | 2.0 | IM LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65 | 1.02 | 91.9 | |
| 実施例 6 | LiCoO ₂ | 天然 黒鉛 | tert-ベンチルベンゼ ン | 2.0 | EG/PG/DEC/DMF =30/5/30/35 | 1.02 | 92.8 | |
| 実施例 7 | LiNi _{0.5} Co _{0.5} O ₂ | 人造 黒鉛 | tert-ベンチルベンゼ ン | 2.0 | IM LiPF ₆ EG/PG/DEC/DMC =30/5/50/15 | 1.15 | 91.1 | |
| 実施例 8 | LiMn ₂ O ₄ | 人造 黒鉛 | tert-ベンチルベンゼ ン | 2.0 | IM LiPF ₆ EC/PG/DEC/DMC =30/5/30/35 | 0.99 | 92.6 | |
| 実施例 9 | LiCoO ₂ | 人造 黒鉛 | 4-フルオロ-tert-ペ ンチルベンゼン | 3.0 | IM LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65 | 1.02 | 92.7 | |
| 比較例 2 | LiCoO ₂ | 人造 黒鉛 | トルエン | 3.0 | IM LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65 | 0.98 | 81.3 | |
| 比較例 3 | LiCoO ₂ | 人造 黒鉛 | n-ブチルベンゼン | 3.0 | IM LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65 | 0.97 | 79.7 | |
| 比較例 4 | LiCoO ₂ | 人造 黒鉛 | ジ-n-ブチルフ タレート | 3.0 | IM LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65 | 0.97 | 78.1 | |
| 比較例 5 | LiCoO ₂ | 人造 黒鉛 | 4-フルオロトルエン | 3.0 | IM LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65 | 0.98 | 80.8 | |

【0039】なお、本発明は記載の実施例に制限されず、発明の趣旨から容易に類推可能な様々な組み合わせが可能である。特に、上記実施例の溶媒の組み合せは限定されるものではない。更には、上記実施例はコイン電池に関するものであるが、本発明は円筒形、角柱形の

電池にも適用される。

【0040】

【発明の効果】本発明によれば、電池のサイクル特性、電気容量、保有特性などの電池特性に優れたりチウム二次電池を提供することができる。